

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання лабораторних робіт з курсу  
«Технологія склеювання та герметизації»  
для студентів спеціальності 7 (8).05130107  
«Хімічні технології переробки полімерних та композиційних матеріалів»  
денної та заочної форм навчання

Затверджено на засіданні  
Кафедри технології пластичних мас і  
біологічно активних полімерів, протокол №6 від 17.12.2015

Харків 2015

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Технологія склеювання та герметизації» для студентів спеціальності 7.05130107 - «Хімічні технології переробки полімерних та композиційних матеріалів» денної та заочної форм навчання  
/ Уклад. Г.М. Черкашина, В.В. Лебедєв – Харків: НТУ «ХП», 2015. – 42 с.

Укладачі Г.М. Черкашина,  
В.В. Лебедєв,

Рецензент

Кафедра технології пластичних мас і біологічно активних полімерів

## ВСТУП

Прочность клеевых соединений зависит не только от качества и свойства клея, используемого для склеивания, но также и от того, насколько тщательно подготовлена поверхность под склеивание. Загрязняющие поверхность вещества могут появляться на ней по различным причинам. На поверхности металлов они могут образоваться в результате окисления, операций вальцевания иликовки. На поверхности оксида металла, как правило, находится слой адсорбированных органических молекул, которые поглощаются из воздуха, а также появляются за счет использования смазки при операции прокатки. При высокой относительной влажности окружающей атмосферы на поверхности металлов может также находиться слой влаги. Слой загрязнений на необработанной поверхности может иметь толщину порядка 0,025 мм и более.

Аналогичное состояние поверхности можно наблюдать и для полимерных материалов. В состав их рецептур, как правило, входят пластификаторы, антиоксиданты и другие компоненты, которые могут выпотевать на их поверхности и создавать ослабленный слой. Поверхность промышленных пластиков может содержать антиадгезионные разделительные смазки, которые образуют слабые граничные слои и отрицательно влияют на образование адгезионной связи.

Подготовка поверхности под склеивание — это любой химический, электрохимический или механический процесс, который изменяет поверхность субстрата, делая ее более активной при контакте с клеем.

Целью подготовки поверхности, во-первых, является удаление со склеиваемых поверхностей загрязнений, а также ослабленного межфазного слоя, имеющего низкую молекулярную массу. Во-вторых, необходимо повысить поверхностную энергию таким образом, чтобы она оказалась выше величины поверхностного натяжения используемого клея. В-третьих, должна быть улучшена микрогеометрия поверхности, чтобы в случае металлов увеличить фактическую поверхность склеивания, а в случае пластиков обеспечить клею капиллярный эффект.

Технологічний процес склеювання - це процес нероз'ємного з'єднання деталей за рахунок адгезійної взаємодії поверхонь, з'єднуються прошарковим клейовим з'єднанням.

Технологічний процес склеювання складається з декілької стадій:

- 1) приготування клейової композиції;
- 2) підготовка поверхні субстрату під склеювання;
- 3) нанесення клейової композиції на підготовлену поверхню субстрату;
- 4) твердіння клейової композиції, створення клейового з'єднання.

Природа субстрату, що склеюється, та стан його поверхні суттєво впливає на вибір клею, процес склеювання та властивості клейового з'єднання.

Подготовка поверхности под склеивание является одним из основных технологических процессов, от которого зависит работоспособность конструкций, и к ней следует относиться очень внимательно.

Правильно выбранный способ подготовки поверхности должен обеспечивать получение воспроизводимой поверхности и стабильной прочности клеевых соединений как непосредственно после склеивания, так и в процессе эксплуатации.

При хорошей подготовке поверхности обеспечиваются:

- 1) необходимая прочность клеевых соединений непосредственно после склеивания;
- 2) высокая долговечность клеевых соединений, т. е. сохранение исходных свойств или их небольшое снижение в течение всего срока эксплуатации;
- 3) сохранение свойств субстратов при их обработке под склеивание;
- 4) возможность применения в конкретных производственных условиях.

Подготовка поверхностей под склеивание состоит из двух этапов:

- 1) очистка и обезжиривание поверхностей, подлежащих склеиванию;
- 2) обработка поверхностей перед склеиванием.

# **1 ПІДГОТОВКА МЕТАЛЕВИХ ПОВЕРХОНЬ ПІД СКЛЕЮВАННЯ**

## **Лабораторна робота № 1**

**Тема: «Технологія підготовки під склеювання сталевих поверхонь»**

**Мета роботи:** підготувати сталеві поверхні під склеювання

**Реактиви:** бензин, ацетон

**Устаткування:** термошаф, термометр.

Міцність клейових з'єднань металів залежить від природи, атомного об'єму, виду та способу обробки поверхні. В деяких випадках метали, що склеюються, здійснюють інгібуючий вплив на процес тверднення полімеризаційних клеїв і тим самим зменшується міцність клейового з'єднання.

Суттєвий вплив на якість клейових з'єднань має механічна обробка поверхні. Не менш впливає і такий метод як знежирення. Знежирення поверхонь можна проводити:

- 1) органічними розчинниками;
- 2) водними розчинами миючих засобів;
- 3) лужними пастоподібними матеріалами.

Для знежирення металевих (сталевих) поверхонь рекомендується використовувати бензин та ацетон. Органічні розчинники не придатні для видалення забруднень, що містять мило, шліфувальну пасту, пил та ін. Тому потрібне додаткове знежирення металевих поверхонь миючими засобами.

### **Хід роботи :**

**1. Приготування клейової композиції (див. лабораторний практикум з технології клеїв).**

**2. Підготовка сталевій поверхні субстрату під склеювання**

#### **2.1 Механічна обробка**

Сталеві зразки (пластини або зразки у вигляді «грибка») обробляють абразивною шкуркою № 12-16.

## **2.2 Знежирення поверхні органічними розчинниками.**

Поверхню сталевих зразків протирають тампоном, який змочують у бензині або ацетоні і залишають у витяжній шафі на протязі 15-20 хв. для видалення розчинника.

## **2.3 Знежирення металевою поверхні зразків миючими засобами.**

Сталеві зразки після механічної обробки та знежирення органічними речовинами піддають знежиренню водними розчинами миючих засобів.

Склад знежирюючого засобу (мас. ч):

Гідроксид натрію	-15
Сода	-15
Метасилікат натрію (рідке скло)	- 23
Каніфольне мило	- 4
Поверхнево-активна речовина (ОП-7, ОП-10)	- 4

Приготування каніфольного мила.

Склад каніфольного мила (мас. ч):

Каніфоль	-100
Гідроксид калію	-12
Вода(дистильована)	-70

В підігріту воду додають гідроксид калію і після його розчинення при перемішуванні та нагріванні малими порціями додають каніфоль (температура плавлення 100-140 °С). Цей процес проводити до отримання однорідної маси.

Після приготування каніфольного мила готують водний розчин знежирюючого засобу, який буде застосовано для знежирення поверхні метала.

Водний розчин знежирюючого засобу нагрівають до температури 70 -80 °С і в промивають зразки на протязі 3-15 хвилин.

Далі проводять промивку зразків горячою водою (60-70 °С) на протязі 3-5 хвилин. Промивають зразки холодною водою (15-20 °С) на протязі 5 хвилин.

Після знежирення сталевій поверхні зразків для запобігання корозії поверхню обробляють холодним водним 0,5 %-ним розчином «хромпіку».

Склад «хромпіку» (мас. ч.):

Сірчана кислота конц.	- 22,5
Хромовокислий калій	- 7,5
Вода (дистильована)	- 70

Після повного розчинення хромовокислого калію у воді обережно невеликими порціями при перемішуванні додають сірчану кислоту.

Готують 0,5 % розчин «хромпіка», в якому промивають металеві зразки на протязі 1-2 хвилин.

Зразки сушать при 110-120 °С на протязі 20-30 хв. Після цього охолоджені зразки придатні до склеювання.

### **3 Нанесення клейової композиції та підготовлену поверхню субстрату**

Готову клейову композицію наносять на сталеві зразки (не менше 3 шт.).

3.1 Нанести клейову композицію на зразки, ява не піддавались ніякій обробці.

3.2 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались тільки механічній обробці та знежиренню органічними розчинниками.

3.3 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались всьому комплексу підготовки поверхні.

Після нанесення клейового шару на обидві поверхні, що будуть склеєні, зразки підлягають відкритій витримці при температурі 20-25 °С на протязі 1-2 годин.

### **4 Твердіння клейової композиції, створення клейового з'єднання**

З'єднують поверхні металевих зразків після відкритої витримки, затискують струбцинами, якщо це потрібно і піддають твердінню.

Твердіння клейової композиції проводять у термошафі за режимами твердіння клейової композиції.

Наприклад для клею БФ-2 режим твердіння - температура 160-175 °С на протязі 0,5-1,0 години.

Після твердіння склеєні зразки охолоджують та випробовують. Зразки у вигляді пластин випробовують на зсув, а зразки у вигляді «грибків» - на рівномірний відрив.

### **Методи випробувань:**

**1. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при зсуві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють по мітках в зажими дослідної машини таким чином, щоб подовжня вісь зразка співпадала з віссю прикладення навантаження та віссю зажимних губок.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування

при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P/F$$

де : P - руйнуюче навантаження, кгс;

F - площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = a \cdot b$$

де : a - довжина склейки, см, ;

b - ширина склейки, см.

## **2. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при рівномірному відриві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють у пристрій дослідної машини.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P/F$$

де : P - руйнуюче навантаження, кгс; F -

площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = \pi d^2/4$$

де : d - діаметр «грибків», см.

### **Техніка безпеки:**

Слід дотримуватись обережності при роботі з органічними розчинниками та



гарячою водою. При опіках слід обробити уражене місце шкіри концентрованим розчином перманганату калію (марганцівки) або етиловим спиртом. Важкі й глибокі опіки з утворенням міхурів або омертвінням тканин вимагають спеціального медичного лікування.

### **Оформлення роботи:**

При оформленні роботи у лабораторному журналі треба вказати тему та мету роботи, описати методику підготовки поверхні виробу під склеювання, результати випробування клейових з'єднань.

### **Контрольні запитання:**

1. Способи підготовки під склеювання металевих поверхонь.
2. Технологія підготовки сталевих поверхонь під склеювання.
3. Методи дослідження міцності клейових з'єднань.

## Лабораторна робота № 2

**Тема:** «Технологія підготовки під склеювання алюмінієвих поверхонь»

**Мета роботи:** підготувати алюмінієві поверхні під склеювання

**Реактиви:** трихлоретилен, ацетон, конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

**Устаткування:** термошкаф, термометр.

Наиболее эффективным способом подготовки под склеивание алюминия-оксидирование алюминия и его сплавов. Разработано большое число процессов, из которых наиболее распространенным является травление в растворах солей хрома и серной кислоты. Эти основные вещества входят в разные рецептуры и только немногие способы используют для травления других соединений. Наиболее известным процессом оксидирования алюминия и его сплавов является пиклинг-процесс.

Образуемая анодная пленка, наряду с высокими адгезионными свойствами, обладает хорошими защитными свойствами. При анодном оксидировании детали погружают в электролит и соединяют с положительным полюсом источника тока. Алюминий, подвергающийся обработке, является анодом в гальваническом элементе. Катод может быть помещен в ванну в виде гальванического элемента или в роли катода используются стенки ванны. Во время прохождения тока через электролит на аноде выделяется активный кислород, который взаимодействует с алюминием, образуя анодную пленку. С увеличением толщины анодной пленки ее защитные свойства возрастают, но прочность уменьшается.

При анодном оксидировании наиболее часто детали являются анодами и должны быть полностью погружены в электролит и не соприкасаться со стенками ванны. Во избежание местного перегрева электролит должен хорошо перемешиваться.

Анодирование можно проводить в кислотной или в щелочной среде, но, как правило, на практике обычно используют кислотную среду. На начальной стадии технологического процесса обязательной операцией является обезжиривание. В противном случае загрязнения, имеющиеся на поверхности металла, будут попадать в ванну анодирования, делать ее состав нестабильным и процесс анодирования невозможным. Несмотря на то что анодирование является основной операцией обработки поверхности, операции предварительного удаления оксидов с поверхности

(щелочное обезжиривание и травление) необходимы для того, чтобы избавиться от любых образовавшихся на ней в процессе изготовления оксидов неопределенного состава перед введением металлической детали в ванну для анодирования. В результате использования этих операций электрохимическое состояние ванны становится воспроизводимым.

При анодировании в кислой среде оксид алюминия находится в метастабильном состоянии и растворим при нормальных условиях, но нерастворим при приложении электрохимического потенциала. На начальной стадии операции анодирования на поверхности металла образуется «барьерный» слой. Этот «барьерный» слой является тонким, плотным и не имеющим резко выраженных особенностей.

Поверхность металлов под склеивание можно готовить фосфатированием — обработкой растворами однозамещенных солей ортофосфорной кислоты. Наиболее высокие прочности клеевых соединений при склеивании эпоксидным клеем обеспечиваются при фосфатировании 15% раствором ортофосфорной кислоты в течение 50 мин при 23-25 °С.

Для подготовки поверхности алюминиевой фольги под склеивание применяют химическое оксидирование в растворе фторсиликата натрия и хромового ангидрида.

### **Хід роботи:**

**1. Приготування клейової композиції (див. лабораторний практикум з технології клеїв).**

**2. Підготовка алюмінієвої поверхні субстрату під склеювання**

**2.1 Механічна обробка**

Алюмінієві зразки (пластини або зразки у вигляді «грибка») обробляють абразивною шкуркою № 12-16.

**2.2 Знежирення поверхні ацетоном.** Поверхню алюмінієвих зразків протирають тампоном, який змочують у ацетоні і залишають у витяжній шафі на протязі 15-20 хвилин для видалення розчинника.

**2.3 Знежирення алюмінієвій поверхні зразків миючими засобами.**

Алюмінієві зразки після механічної обробки та знежирення органічними речовинами піддають знежиренню водними розчинами миючих засобів.

Склад знежирюючого засобу(мас.ч):

Гідроксид натрію -15

Сода -15

Метасилікат натрію (рідке скло) - 23

Каніфольне мило - 4

Приготування каніфольного мила.

Склад каніфольного мила (мас. ч.):

Каніфоль	-100
Гідроксид калію	-12
Вода(дистильована)	-70

В підігріту воду додають гідроксид калію і після його розчинення при перемішуванні та нагріванні малими порціями додають каніфоль (температура плавлення 100-140 °С). Цей процес проводити до отримання однорідної маси.

Після приготування каніфольного мила готують водний розчин знежирюючого засобу, який буде застосовано для знежирення поверхні метала.

Водний розчин знежирюючого засобу нагрівають до температури 70 -80 °С і в промивають зразки на протязі 3-15 хвилин.

Далі проводять промивку зразків горячою водою (60-70 °С) на протязі 3-5 хвилин.

Промивають зразки холодною водою (15-20 °С) на протязі 5 хвилин.

#### 2.4 Травлення алюмінієвій поверхні зразків

Процес травлення проводять на протязі 30 хв. при температурі 50-54 °С в розчині такого складу: 65,5 мл 96 %-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 37,5 г  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 38,4 мл дистиллированной  $\text{H}_2\text{O}$ , потім йде промивка проточною водою ((дистильованою) до нейтральної реакції промивних вод ( $\text{pH} =$ ) і сушка на воздуху.

Після процесу травлення алюмінієві поверхні зразків для запобігання корозії поверхню обробляють холодним водним 0,5 %-ним розчином «хромпіку».

Склад «хромпіку» (мас. ч.):

Сірчана кислота ( $\rho=1,84$ г/см)	- 22,5
Хромовоокислий калій	- 7,5
Вода (дистильована)	- 70

Після повного розчинення хромовоокислого калію у воді обережно невеликими порціями при перемішуванні дадають сірчану кислоту.

Готують 0,5 % розчин «хромпіка», в якому промивають металеві зразки на протязі 1-2 хвилин.

Зразки сушать при 110-120 °С на протязі 20-30 хв. Після цього охолоджені зразки придатні до склеювання.

### **3 Нанесення клейової композиції та підготовлену поверхню субстрату**

Готову клейову композицію наносять на алюмінієві зразки (не менше 3 шт.).

- 3.1 Нанести клейову композицію на зразки, ява не піддавались ніякій обробці.
- 3.2 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались тільки механічній обробці та знежиренню органічними розчинниками.
- 3.3 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались всьому комплексу підготовки поверхні.

Після нанесення клейового шару на обидві поверхні, що будуть склеєні, зразки підлягають відкритій витримці при температурі 20-25 °С на протязі 1-2 годин.

### **4 Твердіння клейової композиції, створення клейового з'єднання**

З'єднують поверхні алюмінієвих зразків після відкритої витримки, затискують струбцинами, якщо це потрібно і піддають твердінню.

Твердіння клейової композиції проводять у термошафі за режимами твердіння клейової композиції.

Після твердіння склеєні зразки охолоджують та випробовують. Зразки у вигляді пластин випробовують на зсув, а зразки у вигляді «грибків» - на рівномірний відрив.

### **Методи випробувань**

**1. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при зсуві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють по мітках в зажими дослідної машини таким чином, щоб подовжня вісь зразка співпадала з віссю прикладення навантаження та віссю зажимних губок.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, же було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P/F$$

де : Р - руйнуюче навантаження, кгс;

Р - площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = a \cdot b$$

де : а - довжина склейки, см, ;

в - ширина склейки, см.

## **2. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при рівномірному відриві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють у пристрій дослідної машини.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P / F$$

де :Р - руйнуюче навантаження, кгс;

Р -площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = \pi d^2 / 4$$

де : d-діаметр «грибків», см.

### **Техніка безпеки:**

Слід дотримуватись обережності при роботі з органічними розчинниками, кислотами та гарячою водою. При попаданні на шкіру органічних розчинників та кислоти промити проточною водою, а при опіках слід обробити уражене місце шкіри концентрованим розчином перманганату калію (марганцівки) або етиловим спиртом. Важкі й глибокі опіки з утворенням міхурів або омертвінням тканин вимагають спеціального медичного лікування.

### **Оформлення роботи:**

При оформленні роботи у лабораторному журналі треба вказати тему та мету роботи, описати методику підготовки поверхні виробу під склеювання, результати випробування клейових з'єднань.

### **Контрольні запитання:**

1. Способи підготовки під склеювання металевих поверхонь.
2. Технологія підготовки алюмінієвих поверхонь під склеювання.
3. Методи дослідження міцності клейових з'єднань.

### Лабораторна робота № 3

#### Тема: «Технологія підготовки під склеювання поверхонь магнія и его сплавов»

**Мета роботи:** підготувати поверхню магнію під склеювання

**Реактиви:** трихлоретилен; 2-3 %-ный раствор NaOH, 15-20%  $\text{CrO}_3$ , 2,5-3,5%  $\text{NaNO}_3$ , 3% сульфата аммония ( $\text{NH}_4$ ) $_2\text{SO}_4$ , 1,5% бихромата аммония ( $\text{NH}_4$ ) $_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 1,5% бихромата натрия или калия, 0,27% водного раствора аммиака.

**Устаткування:** термошкаф, термометр.

Наивысшая начальная прочность достигается на оксидированных поверхностях магния ( перед склеиванием). На этом основаны способы підготовки поверхности сплавов магния.

**Процесс №1 :** обезжиривание трихлорэтиленом; сушка; погружение в 2-3 %-ный раствор NaOH на 1 мин.; промывка холодной водой; травление 3-5 мин. при 21-23 °C ( 15-20%  $\text{CrO}_3$ , 2,5-3,5%  $\text{NaNO}_3$  ); промывка холодной водой и быстрое перенесение на 30 мин. в кипящую ванну ( 3% сульфата аммония ( $\text{NH}_4$ ) $_2\text{SO}_4$ , 1,5% бихромата аммония ( $\text{NH}_4$ ) $_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 1,5% бихромата натрия или калия, 0,27% водного раствора аммиака с  $d=0,88$  и разбавление до 100% водой); промывка в проточной воде при 50°C ; быстрая сушка воздухом (до 50°C ).

#### Хід роботи:

**1. Приготування клейової композиції (див. лабораторний практикум з технології клеїв).**

#### **2. Підготовка поверхонь магнія під склеювання**

2.1 Знежирення поверхні органічними розчинниками. Поверхню зразків магнія протирають тампоном, який змочують у трихлоретилену і залишають у витяжній шафі на протязі 15-20 хвилин для видалення розчинника.

2.2 Погружение в 2-3 %-ный раствор NaOH на 1 хв., потом промывка холодной водой.

2.3 Травление 3-5 хв. при температурі 21-23 °C в розчині наступного складу: 15-20%  $\text{CrO}_3$ , 2,5-3,5 %  $\text{NaNO}_3$ , далее идет промывка холодной водой и быстрое перенесение на 30 хв. в кипящую ванну. Розчин у ванні слідуючого складу: 3% сульфата аммония ( $\text{NH}_4$ ) $_2\text{SO}_4$ ,



1,5 % бихромата аммония ( $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), 1,5 % бихромата натрія или калія, 0,27 % водного розчину аміаку ( $d=0,88$ ) и розбавлення до 100% водою).

2.4 Промывка в проточной воді при температурі  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  і швидка сушка в термокамері при температурі до  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### Загрунтовка

Після знежирення поверхні зразків магнію для запобігання корозії поверхню обробляють холодним водним 0,5 %-ним розчином «хромпіку».

Склад «хромпіку» (мас. ч.):

Сірчана кислота ( $\rho=1,84\text{ г/см}^3$ )	- 22,5
Хромовокислий калій	- 7,5
Вода (дистильована)	- 70

Після повного розчинення хромовокислого калію у воді обережно невеликими порціями при перемішуванні додають сірчану кислоту.

Готують 0,5 % розчин «хромпіку», в якому промивають зразки магнію на протязі 1-2 хвилин.

Зразки сушать при  $110-120\text{ }^{\circ}\text{C}$  на протязі 20-30 хв. Після цього охолоджені зразки придатні до склеювання.

### 3 Нанесення клейової композиції та підготовлену поверхню субстрату

Готову клейову композицію наносять на поверхню зразків магнію (не менше 3 шт.).

3.1 Нанести клейову композицію на зразки, які не піддавались ніякій обробці.

3.2 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались тільки механічній обробці та знежиренню органічними розчинниками.

3.3 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались всьому комплексу підготовки поверхні.

Після нанесення клейового шару на обидві поверхні, що будуть склеєні, зразки підлягають відкритій витримці при температурі  $20-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  на протязі 1-2 годин.

### 4 Твердіння клейової композиції, створення клейового з'єднання

З'єднують поверхні металевих зразків після відкритої витримки, затискають струбцинами, якщо це потрібно і піддають твердінню.

Твердіння клейової композиції проводять у термошафі за режимами твердіння клейової композиції.

Після твердіння склеєні зразки охолоджують та випробовують. Зразки у вигляді пластин випробовують на зсув, а зразки у вигляді «грибків» - на рівномірний відрив.

## **Методи випробувань**

### **1. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при зсуві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють по мітках в зажими дослідної машини таким чином, щоб подовжня вісь зразка співпадала з віссю прикладення навантаження та віссю зажимних губок.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P/F$$

де : P - руйнуюче навантаження, кгс;

F - площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = a \cdot b$$

де : a - довжина склейки, см, ;

b - ширина склейки, см.

### **2. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при рівномірному відриві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють у пристрій дослідної машини.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P / F$$

де :P - руйнуюче навантаження, кгс; F -

площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = \pi d^2 / 4$$

де : d-діаметр «грибків», см.

### **Техніка безпеки:**

Слід дотримуватись обережності при роботі з органічними розчинниками та гарячою водою. При опіках слід обробити уражене місце шкіри концентрованим розчином перманганату калію (марганцівки) або етиловим спиртом. Важкі й глибокі опіки з утворенням міхурів або омертвінням тканин вимагають спеціального медичного лікування.

### **Оформлення роботи:**

При оформленні роботи у лабораторному журналі треба вказати тему та мету роботи, описати методику підготовки поверхні виробу під склеювання, результати випробування клейових з'єднань.

### **Контрольні запитання:**

- 1.Способи підготовки під склеювання металевих поверхонь.
- 2.Технологія підготовки поверхонь магнія під склеювання.
- 3.Методи дослідження міцності клейових з'єднань.

## **Лабораторна робота № 4**

**Тема: «Технологія підготовки під склеювання поверхонь хрома»**

**Мета роботи:** підготувати поверхню хрома під склеювання

**Реактиви:** 37%-ной розчин HCl.

**Устаткування:** термошкаф, термометр.

Підготовка под склеивание хромовых или хромированных деталей отличается некоторой спецификой. Если детали склеиваются сразу после хромирования и не загрязнены, рекомендуется только умеренное шерохование поверхности перед склеиванием. Если необходимо получить высокую прочность, нужно проводить травление.

Процесс №1: травление 1-5 мин. при 90-95 °С ( 17 мас.ч. 37%-ной HCl, 20 мас.ч. H<sub>2</sub>O); промывка холодной, а затем горячей водой; сушка горячим воздухом ( 60<sup>0</sup>С).

Процесс №2: травление 2-5 мин.при 85-90 °С ( 50 мас.ч. конц. HCl, 50 мас.ч. дистиллированной H<sub>2</sub>O); промывка холодной дистиллированной H<sub>2</sub>O; сушка теплым фильтрованным воздухом.

Другие аналогичные процессы отличаются только температурой ( разница не более 5-10<sup>0</sup>С) и способом промывки и сушки.

### **Хід роботи:**

**1. Приготування клейової композиції (див. лабораторний практикум з технології клеїв).**

**2. Підготовка сталевій поверхні субстрату під склеювання**

**2.1 Механічна обробка**

Сталеві зразки (пластини або зразки у вигляді «грибка») обробляють абразивною шкуркою № 12-16.

**2.2 Травление** 1-5 хв. при температурі 90-95 °С в розчині наступного складу: 17 мас.ч. 37%-ной HCl і 20 мас.ч. H<sub>2</sub>O.

**2.3 Промывка** холодной, а затем горячей водой до нейтральной реакции промивных вод .

**2.4 Сушка** в термошкафу при температуре 60<sup>0</sup>С.

### **3 Нанесення клейової композиції та підготовлену поверхню субстрату**

Готову клейову композицію наносять на зразки (не менше 3 шт.).

3.1 Нанести клейову композицію на зразки, ява не піддавались ніякій обробці.

3.2 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались тільки знежиренню органічними розчинниками.

3.3 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались всьому комплексу підготовки поверхні.

Після нанесення клейового шару на обидві поверхні, що будуть склеєні, зразки підлягають відкритій витримці при температурі 20-25 °С на протязі 1-2 годин.

### **4 Твердіння клейової композиції, створення клейового з'єднання**

З'єднують поверхні металевих зразків після відкритої витримки, затискують струбцинами, якщо це потрібно і піддають твердінню.

Твердіння клейової композиції проводять у термошафі за режимами твердіння клейової композиції.

Після твердіння склеєні зразки охолоджують та випробовують. Зразки у вигляді пластин випробовують на зсув, а зразки у вигляді «грибків» - на рівномірний відрив.

## **Методи випробувань**

**1. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при зсуві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють по мітках в зажими дослідної машини таким чином, щоб подовжня вісь зразка співпадала з віссю прикладення навантаження та віссю зажимних губок.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, же було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P/F$$

де : Р - руйнуюче навантаження, кгс;

F - площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = a \cdot b$$

де : а - довжина склейки, см, ;

в - ширина склейки, см.

## **2. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при рівномірному відриві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють у пристрій дослідної машини.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P / F$$

де :Р - руйнуюче навантаження, кгс; F -

площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = \pi d^2 / 4$$

де : d-діаметр «грибків», см.

### **Техніка безпеки:**

Слід дотримуватись обережності при роботі з органічними розчинниками та гарячою водою. При опіках слід обробити уражене місце шкіри концентрованим розчином перманганату калію (марганцівки) або етиловим спиртом. Важкі й глибокі опіки з утворенням міхурів або омертвінням тканин вимагають спеціального медичного лікування.

### **Оформлення роботи:**

При оформленні роботи у лабораторному журналі треба вказати тему та мету роботи, описати методику підготовки поверхні виробу під склеювання, результати випробування клейових з'єднань.

**Контрольні запитання:**

- 1.Способи підготовки під склеювання металевих поверхонь.
- 2 .Технологія підготовки сталевих поверхонь під склеювання.
- 3.Методи дослідження міцності клейових з'єднань.

## Лабораторна робота № 5

### Тема: «Технологія підготовки під склеювання поверхонь нікелю та його сплавів»

**Мета роботи:** підготувати поверхню нікелю та його сплавів під склеювання

**Реактиви:** ацетон, конц.  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{CrO}_3$ , конц.  $\text{HCl}$ .

**Устаткування:** термошкаф, термометр.

Никель і його сплави належать до матеріалів, які важко склеювати, однак склеювання є найбільш доцільним способом їх з'єднання.

**Процес №1:** обезжирювання органічним розчинником в парах або тампоном; травлення 4-6 с при кімнатній температурі; в чистій конц.  $\text{HNO}_3$ ; промивка холодною дистильованою  $\text{H}_2\text{O}$ ; сушка теплим фільтрованим повітрям.

**Процес №2:** придатний для деталей, травлення яких неможливо виробити зануренням; обезжирювання спочатку лужне, потім ацетоном (тампоном); травлення 60-80 с при кімнатній температурі тампонами з скляної вати або тканини на основі казеїнових волокон (15 мас.ч.  $\text{CrO}_3$ , 20 мас.ч. конц.  $\text{HCl}$ ); промивка дистильованою  $\text{H}_2\text{O}$ ; сушка повітрям при 55-60 °С.

Травлення нікельованих деталей слід проводити дуже обережно в течение недовгого часу. Поверхню не можна обробляти шліфуванням; рекомендується використовувати адгезійні грунти, головним чином силани.

#### Хід роботи:

**1. Приготування клейової композиції (див. лабораторний практикум з технології клеїв).**

#### **2. Підготовка нікельованої поверхні субстрату під склеювання**

2.1 Обезжирювання поверхні зразків з нікелю та його сплавів.

2.2 Травлення проводять при кімнатній температурі в конц.  $\text{HNO}_3$  в течение 4-6 с.

Травлення нікельованих деталей слід проводити дуже обережно в течение недовгого часу. Поверхню не можна обробляти шліфуванням; рекомендується використовувати адгезійні грунти, головним чином силани.

2.3 Промивка холодною дистильованою  $\text{H}_2\text{O}$  до нейтральної середовища промивних вод ( $\text{pH} =$  ).



2.4 Сушка в термошкафу при температурі 30-40 °С.

### **3 Нанесення клейової композиції та підготовлену поверхню субстрату**

Готову клейову композицію наносять на зразки (не менше 3 шт.).

3.1 Нанести клейову композицію на зразки, ява не піддавались ніякій обробці.

3.4 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались тільки знежиренню органічними розчинниками.

3.5 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались всьому комплексу підготовки поверхні.

Після нанесення клейового шару на обидві поверхні, що будуть склеєні, зразки підлягають відкритій витримці при температурі 20-25 °С на протязі 1-2 годин.

### **4 Твердіння клейової композиції, створення клейового з'єднання**

З'єднують поверхні металевих зразків після відкритої витримки, затискують струбцинами, якщо це потрібно і піддають твердінню.

Твердіння клейової композиції проводять у термошкафі за режимами твердіння клейової композиції.

Після твердіння склеєні зразки охолоджують та випробовують. Зразки у вигляді пластин випробовують на зсув, а зразки у вигляді «грибків» - на рівномірний відрив.

## **Методи випробувань**

**1. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при зсуві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють по мітках в зажими дослідної машини таким чином, щоб подовжня вісь зразка співпадала з віссю прикладення навантаження та віссю зажимних губок.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P/F$$

де : P - руйнующе навантаження, кгс;

F - площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = a \cdot b$$

де : a - довжина склейки, см, ;

b - ширина склейки, см.

## **2. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при рівномірному відриві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють у пристрій дослідної машини.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P/F$$

де : P - руйнующе навантаження, кгс; F -

площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = \pi d^2/4$$

де : d-діаметр «грибків», см.

### **Техніка безпеки:**

Слід дотримуватись обережності при роботі з органічними розчинниками, неорганічними кислотами та гарячою водою. При опіках слід обробити уражене місце шкіри концентрованим розчином перманганату калію (марганцівки) або етиловим спиртом. Важкі й глибокі опіки з утворенням міхурів або омертвінням тканин вимагають спеціального медичного лікування.

### **Оформлення роботи:**

При оформленні роботи у лабораторному журналі треба вказати тему та мету роботи, описати методику підготовки поверхні виробу під склеювання, результати випробування клейових з'єднань.

### **Контрольні запитання:**

- 1.Способи підготовки під склеювання металевих поверхонь.
- 2.Технологія підготовки сталевих поверхонь під склеювання.
- 3.Методи дослідження міцності клейових з'єднань.

## Лабораторна робота № 6

### Тема: «Технологія підготовки під склеювання поверхонь меді та її сплавів»

**Мета роботи:** підготувати поверхню меді та її сплавів під склеювання

**Реактиви:** трихлоретилен; 42%-ний водний розчин  $\text{FeCl}_3$ , конц.  $\text{HNO}_3$ .

**Устаткування:** термошкаф, термометр.

Перед склеиванием медных и покрытых медью поверхностей, главным образом электронике, можно рекомендовать способ обработки, называемый химическим чернением. При этом на поверхности образуется тонкий сплошной слой оксида, который препятствует дальнейшему окислению воздухом до склеивания. Для обработки используют составы на основе смеси фосфорной и азотной кислоты.

**Процесс №1:** обезжиривание в парах трихлорэтилена; сушка; травление 2-4 мин. при  $20^\circ\text{C}$  (15 мас.ч. 42%-ного раствора  $\text{FeCl}_3$  в воде, 30 мас.ч. конц.  $\text{HNO}_3$ , 197 мас.ч. дистиллированной  $\text{H}_2\text{O}$ ); промывка холодной и горячей водой; сушка.

**Процесс №2:** щелочное обезжиривание; промывка водой; сушка; травление 1 ч при  $20-25^\circ\text{C}$ : (3,3 мас.ч.  $\text{FeCl}_3$ , 22 мас.ч. конц.  $\text{HNO}_3$ , 100 мас.ч. дистиллированной  $\text{H}_2\text{O}$ ); тщательная промывка теплой водой (до  $50^\circ\text{C}$ ); быстрая сушка (обдув воздухом до  $50^\circ\text{C}$ ).

#### Хід роботи:

1. Приготування клейової композиції (див. лабораторний практикум з технології клеїв).

#### 2. Підготовка медної поверхні субстрату під склеювання

2.1 Знежирення поверхні органічними розчинниками. Поверхню медних зразків протирають тампоном, який змочують у трихлоретилені і залишають у витяжній шафі на протязі 15-20 хвилин для видалення розчинника.

2.2 Травление на протяжении 2-4 хв. в травильном растворе при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Состав травильного раствора следующий: 15 мас.ч. 42 %-ного раствора  $\text{FeCl}_3$  в воде, 30 мас.ч. конц.  $\text{HNO}_3$ , 197 мас.ч. дистиллированной  $\text{H}_2\text{O}$ .

2.3 Промывка холодной и горячей водой.

2.4 Сушка при комнатной температуре..

### **3 Нанесення клейової композиції та підготовлену поверхню субстрату**

Готову клейову композицію наносять на сталеві зразки (не менше 3 шт.).

3.1 Нанести клейову композицію на зразки, ява не піддавались ніякій обробці.

3.2 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались тільки механічній обробці та знежиренню органічними розчинниками.

3.3 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались всьому комплексу підготовки поверхні.

Після нанесення клейового шару на обидві поверхні, що будуть склеєні, зразки підлягають відкритій витримці при температурі 20-25 °C на протязі 1-2 годин.

### **4 Твердіння клейової композиції, створення клейового з'єднання**

З'єднують поверхні металевих зразків після відкритої витримки, затискують струбцинами, якщо це потрібно і піддають твердінню.

Твердіння клейової композиції проводять у термошафі за режимами твердіння клейової композиції.

Після твердіння склеєні зразки охолоджують та випробовують. Зразки у вигляді пластин випробовують на зсув, а зразки у вигляді «грибків» - на рівномірний відрив.

## **Методи випробувань**

**1. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при зсуві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють по мітках в зажими дослідної машини таким чином, щоб подовжня вісь зразка співпадала з віссю прикладення навантаження та віссю зажимних губок.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, же було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P/F$$

де : Р - руйнуюче навантаження, кгс;

F - площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = a \cdot b$$

де : а - довжина склейки, см, ;

в - ширина склейки, см.

## **2. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при рівномірному відриві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють у пристрій дослідної машини.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P / F$$

де : Р - руйнуюче навантаження, кгс; F -

площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = \pi d^2 / 4$$

де : d-діаметр «грибків», см.

### **Техніка безпеки:**

Слід дотримуватись обережності при роботі з органічними розчинниками, неорганічними кислотами та гарячою водою. При опіках слід обробити уражене місце шкіри концентрованим розчином перманганату калію (марганцівки) або етиловим спиртом. Важкі й глибокі опіки з утворенням міхурів або омертвінням тканин вимагають спеціального медичного лікування.

### **Оформлення роботи:**

При оформленні роботи у лабораторному журналі треба вказати тему та мету роботи, описати методику підготовки поверхні виробу під склеювання, результати випробування клейових з'єднань.

### **Контрольні запитання:**

- 1.Способи підготовки під склеювання металевих поверхонь.
- 2.Технологія підготовки сталевих поверхонь під склеювання.
- 3.Методи дослідження міцності клейових з'єднань.

## Лабораторна робота № 7

**Тема:** «Технологія підготовки під склеювання поверхонь бронзи і латуні»

**Мета роботи:** підготувати поверхні бронзи і латуні під склеювання

**Реактиви:** ацетон, метилэтилкетон, 96%-ная  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

**Устаткування:**

**Процесс №1:** обезжиривание ацетоном (или метилэтилкетонем); сушка; травление 2-3 мин. при  $20^\circ\text{C}$  (5,5 мас.ч. 96%-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 5 г  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 84 мас.ч. дистиллированной  $\text{H}_2\text{O}$ ); промывка; если поверхность почернела, снова обработать ацетоном (тампоном) и продолжать травление еще 30-60 с; промывка теплой водой; сушка.

Перед склеиванием латуни рекомендуется следующий процесс: опескоструивание или очистка щеткой; обезжиривание ( в парах); травление 10 мин. при  $65^\circ\text{C}$  ( 450 г  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  , 340 г 95%-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  , 3 л воды); промывка водой ( $10-15^\circ\text{C}$ ); травление при комнатной температуре до получения чистой блестящей поверхности ( 200 г  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 400 г 95%-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  , 3,4 л воды); промывка холодной водой; погружение в конц. аммиак на 1-3 с; промывка холодной водой; сушка струй воздуха ( не выше  $40^\circ\text{C}$ ).

### Хід роботи:

**1. Приготування клейової композиції (див. лабораторний практикум з технології клеїв).**

**2. Підготовка бронзової поверхні субстрату під склеювання**

2.1 Обезжиривание ацетоном или метилэтилкетонем, сушка при комнатной температуре.

2.2 Травление 2-3 мин. при  $20^\circ\text{C}$  (5,5 мас.ч. 96%-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 5 г  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 84 мас.ч. дистиллированной  $\text{H}_2\text{O}$ ).

2.3 Промывка теплой водой при температуре  $30-35^\circ\text{C}$  до нейтральной реакции промивних вод (  $\text{pH} =$  ) (если поверхность бронзы почернела, снова обработать ацетоном и продолжать травление еще 30-60 с).

2.4 Сушка в термошкафу при температуре  $50^\circ\text{C}$ .

**3 Підготовка латунної поверхні субстрату під склеювання**



### 3.1 Механічна обробка

Латунні зразки (пластини або зразки у вигляді «грибка») обробляють абразивною шкуркою № 12-16.

3.2 Обезжиривание ацетоном или метилэтилкетонем, сушка при комнатной температуре.

2.2 Травление 10 мин. при 65 °С ( 450 г  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  , 340 г 95%-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  , 3 л воды);

2.3 Промывка водой (10-15 °С);

2.4 Травление при комнатной температуре до получения чистой блестящей поверхности ( 200 г  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 400 г 95%-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  , 3,4 л воды); 2.3 Промывка теплой водой при температуре 30-35 °С до нейтральной реакции промывных вод (  $\text{pH} = 7$  ) (если поверхность бронзы почернела, снова обработать ацетоном и продолжать травление еще 30-60 с).

2.3 Промывка холодной водой; погружение в конц. аммиак на 1-3 с; промывка холодной водой;

2.4 Сушка струй воздуха ( не выше 40 °С).

## 4 Нанесення клейової композиції та підготовлену поверхню субстрату

Готову клейову композицію наносять на сталеві зразки (не менше 3 шт.).

3.1 Нанести клейову композицію на зразки, ява не піддавались ніякій обробці.

3.2 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались тільки механічній обробці та знежиренню органічними розчинниками.

3.3 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались всьому комплексу підготовки поверхні.

Після нанесення клейового шару на обидві поверхні, що будуть склеєні, зразки підлягають відкритій витримці при температурі 20-25 °С на протязі 1-2 годин.

## 5 Твердіння клейової композиції, створення клейового з'єднання

З'єднують поверхні металевих зразків після відкритої витримки, затискують струбцинами, якщо це потрібно і піддають твердінню.

Твердіння клейової композиції проводять у термошафі за режимами твердіння клейової композиції.

Після твердіння склеєні зразки охолоджують та випробовують. Зразки у вигляді пластин випробовують на зсув, а зразки у вигляді «грибків» - на рівномірний відрив.

## **Методи випробувань**

### **1. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при зсуві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють по мітках в зажими дослідної машини таким чином, щоб подовжня вісь зразка співпадала з віссю прикладення навантаження та віссю зажимних губок.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P/F$$

де : P - руйнуюче навантаження, кгс;

F - площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = a \cdot b$$

де : a - довжина склейки, см, ;

b - ширина склейки, см.

### **2. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при рівномірному відриві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють у пристрій дослідної машини.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P / F$$

де : P - руйнуюче навантаження, кгс; F -  
площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = \pi d^2 / 4$$

де : d-діаметр «грибків», см.

### **Техніка безпеки:**

Слід дотримуватись обережності при роботі з органічними розчинниками, неорганічними кислотами та гарячою водою. При опіках слід обробити уражене місце шкіри концентрованим розчином перманганату калію (марганцівки) або етиловим спиртом. Важкі й глибокі опіки з утворенням міхурів або омертвінням тканин вимагають спеціального медичного лікування.

### **Оформлення роботи:**

При оформленні роботи у лабораторному журналі треба вказати тему та мету роботи, описати методику підготовки поверхні виробу під склеювання, результати випробування клейових з'єднань.

### **Контрольні запитання:**

- 1.Способи підготовки під склеювання металевих поверхонь.
- 2.Технологія підготовки сталевих поверхонь під склеювання.
- 3.Методи дослідження міцності клейових з'єднань.

## Лабораторна робота № 8

### Тема: «Технологія підготовки під склеювання поверхонь титану і його сплавів»

**Мета роботи:** підготувати поверхні титану і його сплавів під склеювання

**Реактиви:** трихлоретилен, конц.  $\text{HNO}_3$ , 40%-ная плавиковая кислота, насыщенный раствор  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

#### Устаткування:

Для обычных силовых конструкций из титана и его сплавов достаточно щелочного обезжиривания. При более высоких требованиях, главным образом по теплостойкости, рекомендуется травление.

#### Хід роботи:

**1. Приготування клейової композиції (див. лабораторний практикум з технології клеїв).**

**2. Підготовка титанової поверхні субстрату під склеювання**

2.1 Механічна обробка

Металеві зразки (пластини або зразки у вигляді «грибка») обробляють абразивною шкуркою № 12-16.

2.2 Знежирення поверхні органічними розчинниками.

Поверхню сталевих зразків протирають тампоном, який змочують у бензині або ацетоні і залишають у витяжній шафі на протязі 15-20 хвилин для видалення розчинника.

2.3 Травление 15 мин. при  $50^\circ\text{C}$  ( 35 мас.ч. насыщенного раствора  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 1000 мас.ч.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , с d=1,84).

2.4 Промывка холодной водой ( до нейтральной реакции), затем промывка кипящей водой;

2.5 Сушка обдувом воздухом ( до  $90^\circ\text{C}$ ).

**3 Нанесення клейової композиції та підготовлену поверхню субстрату**

Готову клейову композицію наносять на сталеві зразки (не менее 3 шт.).

3.1 Нанести клейову композицію на зразки, ява не піддавались ніякій обробці.

3.6 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались тільки механічній обробці та знежиренню органічними розчинниками.

3.7 Нанести клейову композицію на зразки, які піддавались всьому комплексу підготовки поверхні.

Після нанесення клейового шару на обидві поверхні, що будуть склеєні, зразки підлягають відкритій витримці при температурі 20-25 °С на протязі 1-2 годин.

#### **4 Твердіння клейової композиції, створення клейового з'єднання**

З'єднують поверхні металевих зразків після відкритої витримки, затискують струбцинами, якщо це потрібно і піддають твердінню.

Твердіння клейової композиції проводять у термошафі за режимами твердіння клейової композиції.

Після твердіння склеєні зразки охолоджують та випробовують. Зразки у вигляді пластин випробовують на зсув, а зразки у вигляді «грибків» - на рівномірний відрив

#### **Методи випробувань**

**1. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при зсуві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють по мітках в зажими дослідної машини таким чином, щоб подовжня вісь зразка співпадала з віссю прикладення навантаження та віссю зажимних губок.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P/F$$

де : P - руйнуюче навантаження, кгс;

F - площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = a \cdot b$$

де : а - довжина склейки, см, ;

в - ширина склейки, см.

## **2. Хід визначення межі міцності клейового з'єднання при рівномірному відриві здійснюють за методикою.**

Підготовлений для випробування зразок встановлюють у пристрій дослідної машини.

Випробування проводять поступовим нарощуванням навантаження до руйнування зразка. Швидкість руху зажиму машини 10 мм/хв. Допускається проведення випробування при швидкості руху навантажуючого зажиму до 20 мм/хв. Фіксують найбільше навантаження, яке було досягнуто при випробуванні.

Обидві частини випробуваного зразка піддають візуальному огляду для визначення характеру руйнування зразка по площині склейки або по клею. Характер руйнування оцінюють у відсотках від номінальної площини склеювання з точністю до 5-10 %.

Межу міцності клейового з'єднання при зсуві (кгс/см<sup>2</sup>) розраховують за формулою:

$$\sigma = P / F$$

де : Р - руйнуюче навантаження, кгс; F -

площа склеювання, см<sup>2</sup>.

Площа склеювання розраховується з точністю до 0,01 см<sup>2</sup> за формулою:

$$F = \pi d^2 / 4$$

де : d-діаметр «грибків», см.

### **Техніка безпеки:**

Слід дотримуватись обережності при роботі з відкритим вогнем та гарячою водою. При опіках слід обробити уражене місце шкіри концентрованим розчином перманганату калію (марганцівки) або етиловим спиртом. Важкі й глибокі опіки з утворенням міхурів або омертвінням тканин вимагають спеціального медичного лікування.

### **Оформлення роботи:**

При оформленні роботи у лабораторному журналі треба вказати тему та мету роботи, описати методику підготовки поверхні виробу під склеювання, результати випробування клейових з'єднань.

### **Контрольні запитання:**

- 1.Способи підготовки під склеювання металевих поверхонь.
- 2.Технологія підготовки сталевих поверхонь під склеювання.
- 3.Методи дослідження міцності клейових з'єднань.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Кардашов Д.А., Петрова А.П. Полимерные клеи. Создание и применение. – М.: Химия, 1983. – 256 с.
2. Кардашов Д.А. Синтетические клеи. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1976. – 504 с.
3. Справочник по клеям / Л.Х.Айрапетян, В.Д.Заика, Л.Д.Елецкая, Л.А. Яншина. –Л.: Химия, 1980. – 304 с.
4. Сборник технических условий на клеящие материалы. – Л.: Химия, 1975. – 464 с.



Навчальне видання

до виконання лабораторних робіт з курсу  
«Технологія склеювання та герметизації»  
для студентів спеціальності 7 (8).05130107  
«Хімічні технології переробки полімерних та композиційних матеріалів»  
денної та заочної форм навчання

Роботу до видання рекомендував

Укладачі Г.М. Черкашина,  
В.В. Лебедев,  
М.Р. Дуднік

Відповідальний за випуск О.М. Рассоха

Редактор